Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 2, June. July. 2018, p. 335- 346

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 2، خرداد-تیر 1397 ص.346-335

بررسی کاربرد امولسیفایرهای ژلی برای کاهش اسیدیته چربی در کیک لایه‌ای

راحله بذرافشان[1]- سید هادی پیغمبردوست[2]*- عارف اولاد غفاری[3]

تاریخ دریافت: 1394/07/06
تاریخ پذیرش: 1395/01/08

چکیده

یکی از مشکلات رایج در تولید کیک، اسیدیته چربی بالای آن است. زرده تخم‌مرغ به‌دلیل داشتن اسیدهای چرب آزاد و لستین عامل احتمالی اسیدیته بالا در این کیک‌ها است. علاوه بر این، تخم‌مرغ به علت داشتن کلسترول بالا احتمال ابتلاء به بیماری‌های قلبی و عروقی را افزایش می‌دهد. لذا هدف این پژوهش بررسی جایگزینی زرده تخم‌مرغ با سه نوع امولسیفایر ژلی تجارتی با خواص متفاوت بود. سه نوع امولسیفایر ژلی تجاری با زرده تخم‌مرغ جایگزین شد. در تیمارهای دیگر فقط از سفیده و زرده تخم‌مرغ استفاده شد تا تأثیر هر بخش تخم‌مرغ جداگانه بررسی شود. خواص فیزیکی خمیر و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و بافتی کیک مورد بررسی قرار گرفت. اسیدیته چربی و میزان پراکسید کیک اندازه گیری شد. یافته‌ها حاکی از آن بود که کیک‌های تهیه شده با هر سه نوع امولسیفایر ژلی که در فرمولاسیون آنها فقط از سفیده استفاده شده بود، نسبت به نمونه‌هایی که دارای زرده تخم‌مرغ بودند، اسیدیته چربی و عدد پراکسید پایینی داشتند. در ضمن این کیک‌ها از لحاظ خواص ارگانولپتیکی دارای بافت نرمتر و عطر و طعم مطلوب‌تری نسبت به سایر تیمارها بودند. در طول زمان نیز اسیدیته چربی، خواص بیاتی و میزان سفتی ارزیابی شد. اسیدیته چربی روند تقریباً ثابتی را نشان داد و کیک‌های حاوی امولسیفایر ژلی بافت نرم خود را در تمام طول مدت ماندگاری حفظ کردند. در نهایت، می‌توان با جایگزینی امولسیفایرهای ژلی تجاری با زرده تخم‌مرغ اسیدیته چربی در کیک را کنترل نموده و در عین حال کیک فاقد کلسترول تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: امولسیفایر ژلی، کیک لایه‌ای، اسیدیته چربی، امولسیفایر ژلی، زرده تخم‌مرغ، کیفیت

مقدمه

یکی از ویژگی‌های شیمیایی انواع کیک‌ها طبق استاندارد ملی ایران،اسیدیته چربی آن است که حد مجاز آن 0/3درصد تعیین شده است (ISIRI, 2005). کیک‌های لایه‌ای بنا به تعریف باید حداقل 20 درصد تخم‌مرغ در فرمولاسیون خود داشته باشند. با توجه به فرمولاسیون این دسته از کیک‌ها که حاوی روغن و تخم‌مرغ بالایی هستند، در فرمولاسیون آنها درصد چربی زیاد است. از آنجایی که در فرمول این کیک‌ها مقدار اسیدیته مجاز روغن مصرفی پایین است، بنابراین مهمترین عامل تأثیرگذار در اسیدیته چربی کیک، چربی موجود در تخم‌مرغ و مقدار اسیدیته آن است. بالا بودن درصد اسیدهای چرب آزاد و لستین و سایر فسفولیپیدها در چربی زرده تخم‌مرغ می‌تواند علت بالا بودن اسیدیته چربی تخم‌مرغ باشد (Tattrie, 1959; Privett *et al*., 1962). ترکیب‌های فسفولیپیدی و لستین خیلی راحت در معرض واکنش‌های شیمیایی مثل هیدرولیز و اکسیداسیون قرارمی‌گیرند (Ratnayake *et al*., 2012). به‌طوری‌که مقدار مجاز عدد اسیدی لستین 32 و مقدار مجاز پراکسید آن 5 است (ISIRI, 2005). اسیدیته چربی بالای حد استاندارد نشانگر فساد چربی بوده و باعث ایجاد خصوصیات کیفی نامطلوب نظیر طعم و بوی تند در محصول می‌شود. درصد چربی مواد استفاده شده در کیک و حد مجاز اسیدیته آنها در جدول 1 مشخص شده است (ISIRI, 2005).

در تحقیقی ژل شیا به‌عنوان جایگزین روغن یا تخم‌مرغ در فرمولاسیون کیک استفاده شد (Borneo *et al*., 2010). در این تحقیق قابلیت پذیرش کلی، خصوصیات حسی و کاربردی و مقدار مواد مغذی کیک مورد آزمون قرارگرفت. ژلش یا با جایگزینی 25، 50و 75 درصد روغن یا تخم‌مرغ در فرمولاسیون کیک استفاده شد. نتایج نشان داد که این ژل می‌تواند تنها به‌عنوان 25 درصد روغن یا تخم‌مرغ جایگزین شده و کیک تولیدی خواص حسی مطلوبی داشت. در پژوهشی دیگر در ابتدا پنج فرمولاسیون کیک با تخم‌مرغ کامل مایع، تخم‌مرغ خشک، و سه جایگزین تجاری تخم‌مرغ (سویا/ گلوتن

1 و 2- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
3- عضو هیأت علمی گروه پژوهشی مواد غذایی، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد کرج، کرج.
(*مسئول مکاتبات: Email: peighambardoust@tabrizu.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.50198

گنـدم، پـروتئین آب پنیـر و صـمغ/ فیبـر) آمـاده و تهیـه شـدند (Ratnayake *et al*., 2012). سپس تفاوت‌هـای موجـود در کیفیـت محصـول نهـایی بـه علـت تفـاوت در ترکیبـات اجـزاء تعیـین شـد. جایگزین‌های تجاری تخم‌مرغ، خصوصیات محصـول از قبیـل حفـظ رطوبت، دانسیته حجمی، رنگ، بافت و طعم را تغییر داد. برخی از این تغییرات در آنالیزهای حسی نـاچیز بـود. در تحقیـق دیگـری جهـت کاهش میزان کلسترول ناشی از زرده تخم‌مرغ، ازگرانول‌های هیدرولیز شده زرده تخم‌مرغ به‌جای زرده تخم‌مرغ تازه استفاده شد (Orcajo *et al*., 2013). البته خواص کاربردی گرانول‌ها نیاز به اصـلاح داشـت. هیدرولیز مکرر پروتئین‌ها خواص تکنولوژیکی و تغذیه‌ای آن را بهبود می‌دهد. به همین دلیل گرانول‌های زرده تخم‌مـرغ همـراه بـا آنـزیم پروتئولیتیک مثل تریپسین با هدف ایجاد خواص مناسـب محصـول، استفاده شد. نتایج نشان داد واکنش آنزیمی باعث هیدرولیز به میزان 12درصد شده و پپتیدهایی با اندازه مختلف تولید می‌شوند که توسـط تکنیک‌های کرومـاتوگرافی و الکتروفوروتیـک شناسـایی مـی‌شـوند. مایونزتهیه شده با گرانول‌های هیدرولیز شده نسبت به تغییرات دمایی 4 و20 درجه سانتی‌گراد مقاوم‌تر بود. در آزمایش‌های رئولوژیکی نیـز مایونزتهیه شده با گرانول هیدرولیز شـده تخـم‌مـرغ از لحـاظ رفتـار رئولوژیکی شباهت بیشتری به نمونه کنترل داشت (Orcajo *et al*., 2013). هدف اصلی این پژوهش جایگزینی تخـم‌مـرغ بـا سـه نـوع امولسـیفایر ژلـی تجـارتی سـافتکس (Softex)، گلـدن (Golden) و جیلک 60 (Jilk60) به‌منظـور کنتـرل مقـدار اسـیدیته چربـی در کیک لایه‌ای‌بود. بررسی خواص کیفی و مدت ماندگاری کیک که با حذف زرده تخم‌مرغ و استفاده از ترکیبـات امولسـیفایر ژلـی حاصـل می‌شود از اهداف دیگر این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده برای تولید کیک لایه‌ای، مقادیر مورد اسـتفاده در فرمول (بر اساس وزن مرطوب آرد) و محل تهیه آنها در جـدول 2 آمده است.

جدول 1- درصد چربی مواد استفاده شده در کیک و اسیدیته مجاز آنها طبق استاندارد مربوطه

مواد اولیه	درصد چربی	اسیدیته مجاز (٪)
آرد	1	20 (در گندم‌های سالم)
تخم مرغ	11	3/5(طبق استاندارد 2487 ویژگی‌های پودر تخم‌مرغ)
روغن	100	0/1(طبق استاندارد14766)
شیرخشک بدون چربی	1/5	0/15(طبق استاندارد 1-2089)
لستین	100	32(طبق استاندارد 3567)

جدول 2- مواد مورد استفاده برای تولید کیک کنترل و محل تهیه آنها

مواد مورد استفاده	مقدار به ازای g 100 آرد	محل تهیه
آرد	100	کارخانه اطهربناب
قند اینورت	18	شرکت ارس پر بنیسشبستر
پودر شکر	118	کارخانه قند یاسوج
تخم مرغ	50	شرکت تلاونگ
روغن مایع	33/3	شرکت ناز
بیکینگ پودر	2/8	شرکت دیبا ماندگار
وانیل	2	شرکت روبرته
شیرخشک بدون چربی	10	شرکت کازئینات ایران
نمک	2	بازار محلی
آب	114/3	-

ویژگی‌های آرد مصرفی در جدول 3مطابق آمده است.

برای انجام تحقیق نیز 6 فرمولاسیون به شرح ذیل مورد استفاده قرار گرفت:

- کیک کنترل با تخم‌مرغ کامل
- فرمولاسیون شامل سفیده تخم‌مرغ بدون کاربرد امولسیفایر
- فرمولاسیون شـامل سـفیده تخـم‌مـرغ و سـافتکس (محصـول شرکت آذر نوش شکوفه)
- فرمولاسیون شامل سفیده تخم‌مرغ و گلدن (محصـول شـرکت

آذر نوش شکوفه)

- فرمولاسیون شامل سفیده و جیلک (محصول شرکت آروماتیک سوئد)
- فرمولاسیون شامل فقط زرده تخم مرغ

ترکیبات تشکیل‌دهنده امولسیفایرهای ژلی عمدتاً مونو و دی‌گلیسیریدها، پلی‌اول‌ها و آب است. مونو و دی‌گلیسیریدها نقش امولسیون‌کنندگی داشته و جایگزین مناسبی برای لستین زرده تخم‌مرغ می‌باشند. سه نوع از این ترکیب‌ها در این پروژه استفاده شد، که مواد تشکیل‌دهنده و خواص کاربردی هر کدام در مطالب زیر به تفصیل بیان شده است.

جدول 3- ویژگی‌های آرد مورد استفاده برای تولید کیک

ویژگی‌ها	درصد
رطوبت	12/4
پروتئین	7/7
خاکستر	0/45
pH	5/9
گلوتن مرطوب	20/1

امولسیفایر ژلی سافتکس

به‌صورت ژل زرد رنگی بوده و مواد تشکیل‌دهنده آن شامل، مونو و دی‌گلیسیرید، پروپیلن گلیکول استر (PGE)، گلیسیرین، پروپیلن گلیکول، استئارات پتاسیم و آب است. بیشترین کاربرد آن در کیک‌های اسفنجی بوده و دوز مصرفی پیشنهادی آن (بر اساس پیشنهاد شرکت سازنده) 1/5-0/5 درصد وزن خمیر است. از خواص کاربردی این ترکیب به موارد زیر می‌توان اشاره کرد: پایدار کردن امولسیون خمیر کیک، افزایش اثر روغن و تخم‌مرغ و امکان کاهش آنها در فرمول، شفاف نمودن خمیر و بهبود رنگ کیک، افزایش حجم، ایجاد بافت نرم‌تر و یکنواخت‌تر، جلوگیری از خرد شدن و فرو پاشیدن کیک، ایجاد احساس دهانی خوب، ایجاد فرم و ظاهر منظم و مناسب در محصول و تأخیر انداختن بیاتی.

امولسیفایر ژلی گلدن

به‌صورت ژل سفیدرنگی بوده و مواد تشکیل‌دهنده آن شامل، مونو و دی‌گلیسیرید، پروپیلن گلیکول استر (PGE)، گلیسیرین، پروپیلن گلیکول، استئارات پتاسیم و آب است. درصد و نوع مونوگلیسیریدها در دو نوع امولسیفایر ژلی ذکر شده با هم فرق می‌کند که منجر به ایجاد کمی تفاوت در خصوصیات کاربردی آنها می‌شود. این امولسیفایر ژلی جهت کاربرد عمومی در کلیه انواع کیک‌ها مناسب بوده و دوز مصرفی پیشنهادی آن 1/5-0/5 درصد (بر اساس وزن خمیر) بیان شده است. از خواص کاربردی این ترکیب به موارد زیر می‌توان اشاره کرد: تسریع در آماده شدن خمیر و کاهش زمان مخلوط کردن، امکان استفاده از روش همزدن یک مرحله‌ای در تهیه خمیر کیک، افزایش اثر روغن و تخم‌مرغ و امکان کاهش آنها در فرمول، افزایش هوادهی و بالابردن قدرت خمیر پذیرش هوا در خمیر و در نتیجه افزایش حجم در محصول نهایی، ایجاد سطح یکنواخت و بافت لطیف و پایدار در فرآورده نهائی، بهبود خصوصیات ارگانولپتیکی کیک، کنترل بیاتی و بهبود فرم ظاهری محصول.

امولسیفایر ژلی جیلک 60

به‌صورت ژل بی‌رنگ بوده و مواد تشکیل‌دهنده آن شامل مونو و دی‌گلیسیرید، سوربیتول، استرهای پلی‌گلیسرول و اسانس پرتقال طبیعی است. دوز مصرفی این ژل 2-1/5 درصد فرمول پیشنهاد شده است و از موارد کاربرد آن در فرمول کیک‌های اسفنجی است. از خواص کاربردی این ترکیب به موارد زیر می‌توان اشاره کرد: بهبود شکل فیزیکی محصول، تقویت هوادهی و تشکیل کف و ایجاد حباب‌های یکنواخت هوا در خمیر کیک، پایداری خمیر کیک در طول پخت، ایجاد مغز یکنواخت و حجم بالا در محصول نهایی و به تأخیر انداختن بیاتی کیک

تهیه کیک

برای تهیه کیک لایه‌ای از روش Gomez و همکاران (2007) استفاده شد. برای این منظور از روش مخلوط کردن تک مرحله‌ای استفاده شد که در آن کلیه مواد اولیه در مدت زمان 12 دقیقه در میکسر آشپزخانه‌ای متداول با سرعت 6 مخلوط شدند. در مورد کیک‌های حاوی امولسیفایر ژلی به‌جای زرده تخم‌مرغ، از هر امولسیفایر به مقدار 1/5 درصد وزن خمیر نهایی استفاده شد. مقدار مورد استفاده امولسیفایر توسط شرکت تولیدکننده امولسیفایر پیشنهاد گردیده بود. در حدود 200 گرم خمیر در ظرف استوانه‌ای پوشش‌دار با لبه 45 میلی‌متر و قطر 120 میلی‌متر ریخته شده و در آون الکتریکی با دمای 200 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 دقیقه پخته شد. بعد از پخت کیک به مدت یک‌ساعت خنک گردید. کیک‌های لایه‌ای که برای ارزیابی حسی اختصاص یافتند در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی شدند. آزمون‌های شیمیایی مثل اسیدیته و پراکسید چربی کیک، ارزیابی حسی و بافتی در طول مدت نگهداری در زمان‌های 1، 30و 60 روز پس از تولید انجام گرفت.

آزمون‌ها

برای اندازه‌گیری دانسیته خمیر از یک استوانه مدرج استفاده شد که وزن خمیر و حجم خمیر در آن پس از محاسبه به‌دست آمد و از روی آن دانسیته محاسبه گردید (Gomez *et al.*, 2007). حجم کیک از روش جابجایی بذر شلغم روغنی به‌دست آمد (AACC,

2000). ارتفاع کیک با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. تقارن کیک با روش مصوبAACC (2000) به‌دست آمد. افت پخت کیک از محاسبه تفاوت بین وزن خمیر کیک و کیک پخته شده به‌دست آمد (Ratnayake *et al.*, 2012). سفتی بافت مغز کیک توسط فشردن مغز با پروب ماشین آزمون عمومی (اینستران) مطابق روش آنالیز بافت در پژوهش انجام شده توسط Ratnayake و همکاران (2012) انجام گرفت. بعد از برداشتن پوسته کیک، قطعات مغز آن به فرم مکعب مربع به ابعاد 2/5 سانتی‌متر تهیه شد و در آزمون بافت مورد استفاده قرار گرفت. رطوبت و فعالیت آبی کیک نیز مطابق روش‌های AACC (2000) به‌دست آمد. اندازه‌گیری مقداراسیدیته چربی و عدد پراکسید کیک مطابق استاندارد ملی ایران انجام گرفت. اندازه‌گیری مقدار قندهای احیاءکننده کیک با روش استاندارد ملی ایران انجام گرفت (ISIRI, 2005).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این تحقیق اثر امولسیفایر و زمان نگهداری بر خواص کیفی کیک در طی نگهداری به مدت 2 ماه با استفاده از روش آماری اندازه‌گیری‌های تکرار شده در زمان و در 3 تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده با استفاده از روش آنالیز واریانس (ANOVA) دوطرفه در سطح احتمال ($P<0/05$) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل مربع میانگین‌ها در سطح احتمال ($P<0/05$) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

دانسیته خمیر

تغییرات دانسیته خمیر در تیمارهای آزمایشی مورد استفاده در این پژوهش در شکل 1 نشان داده شده است. همانطور که از این شکل ملاحظه می‌شود کمترین مقادیر مربوط به دانسیته خمیر به‌ترتیب در تیمارهای حاوی‌امولسیفایر ژلی سافتکس، گلدن و جیلک بود.

بیشترین مقدار دانسیته خمیر در تیمار زرده تخم‌مرغ حاصل شد. دانسیته خمیر معیاری از افزایش حجم خمیر یا هوادهی مکانیکی در جریان مخلوط کردن است (Nourmohammadi *et al.*, 2012). با افزایش قابلیت نگهداری حباب‌های هوا توسط فاز خمیر حجم آن افزایش و دانسیته خمیر کاهش می‌یابد (Bennion&Bamford, 1997). هر سه نوع امولسیفایرژلی نسبت به بقیه تیمارها قابلیت بهتری برای نگهداری حباب‌های هوا و تشکیل امولسیون کف ارائه دادند. امولسیفایرها با ایجاد برهم‌کنش بین اجزاء خمیر مانند نشاسته، پروتئین و چربی‌ها لایه بین سطحی در اطراف حباب‌های ریز هوا تشکیل داده به حفظ و نگهداری حباب‌های هوا در خمیر کمک می‌نمایند (Bennion&Bamford, 1997). ظاهراً ترکیب سفیده با امولسیفایرها اثر بهتری در پایدار کردن امولسیون کف (حباب هوا در فاز مایع) در خمیر کیک داشته است. چرا که خود امولسیفایر به تنهایی (مانند تیمار زرده تخم‌مرغ) با وجود داشتن لستین نتوانسته است در پایداری امولسیون کف و هوادهی و به تبع آن کاهش دانسیته خمیر مؤثر باشد.

حجم، ارتفاع و تقارن کیک

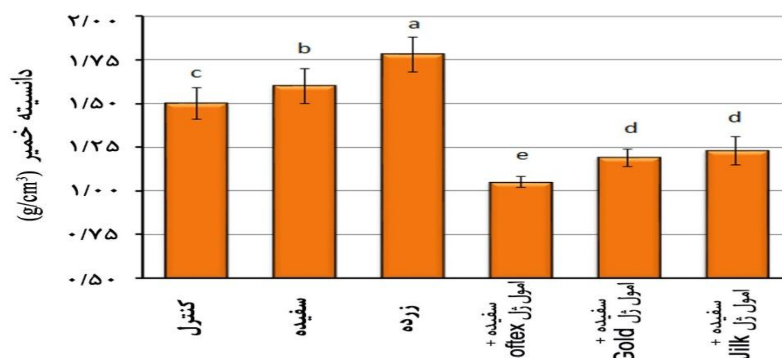
تغییرات حجم، ارتفاع و تقارن کیک در اثر افزودن امولسیفایرهایژلی و در تیمارهای دیگر در جدول 4آمده است.

کیک‌های تهیه شده از امولسیفایرهای ژلی نسبت به سایر تیمارها شکل بهتر و اندازه بزرگتری نشان دادند. بالاترین حجم، ارتفاع و تقارن مربوط به نمونه کیک حاوی سفیده به‌علاوه امولسیفایر ژلی سافتکس بود و بعد از آن نمونه‌های گلدن و جیلک در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. کمترین ارتفاع، حجم و تقارن مربوط به نمونه حاوی زرده بود. این نتایج مشابه روند تغییرات دانسیته خمیر است. همانطور که قبلا اشاره شد توانایی خمیر برای حفظ حباب‌های هوا در جریان مخلوط کردن که منجر به افزایش هوادهی خمیر و کاهش دانسیته آن نیز گردید (شکل 1) یکی از عوامل مؤثر در بهبود ویژگی‌های شکل و اندازه کیک محسوب می‌شود. از طرفی ایجاد حجم در کیک فقط به هوادهی مکانیکی درجریان مخلوط کردن خمیر مربوط نمی‌شود، بلکه هوادهی شیمیایی (ناشی از عملکرد مواد حجم‌دهنده شیمیایی نظیر بیکینگ پودر) و نیز هوادهی فیزیکی (تبخیر آب) در جریان پخت نیز در ایجاد حجم نهایی فراورده مؤثر هستند (Bennion&Bamford, 1997). به‌نظر می‌رسد که همان مکانیسم تثبیت امولسیون کف با افزودن امولسیفایرهای ژلی که در بخش قبلی توضیح داده شد برای سایر انواع هوادهی نیز مؤثر باشد؛ چراکه بهبود خواص رئولوژیکی خمیر و ایجاد سطوح بین فازی توسط امولسیفایرها به همراه سفیده تخم‌مرغ که در تثبیت کف در جریان پخت مؤثر است، دلیل احتمالی برای افزایش حجم و ارتفاع کیک است. این در حالی است که تیمار زرده تخم‌مرغ تنها با وجود داشتن امولسیفایر لستین نتوانست همان نقشی که از یک امولسیفایر انتظار می‌رود را برآورده سازد و حجم و ارتفاع کیک مطلوبی تولید نکرد (جدول 4). ظاهراً در هر سه تیمار امولسیفایر ژلی وجود سفیده به‌همراه ترکیبات امولسیفایری دیگر غیر از لستین بوده که قادر به ارائه ویژگی‌های شکلی وسایزی مناسب در کیک گردیده است.

تغییرات افت پخت

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر تغییرات افت پخت یا میزان خروج رطوبت در جریان پخت در کیک در شکل 2 نشان داده شده است. افت پخت پایین نشان‌دهنده پخت ناکافی و باقی ماندن رطوبت در

بافت کیک است. همانطور که از شکل 2 ملاحظه می‌شود تیمار سفیده تنها کمترین افت پخت در بین نمونه‌های آزمایشی را دارد که علت آن بافت سفت و حجم پایین ان است. این نتیجه هم راستا با آزمون‌های دانسیته خمیر، حجم و ارتفاع کیک است که قبلاً همگی نشان دادند که تیمارهای حاوی امولسیفایرهای ژلی به‌دلیل عملکرد بهتر امولسیفایرها در تثبیت سیستم امولسیونی کف و ارائه تخلخل و حجم بیشتر نسبت به سایر تیمارها برتر بودند. در ویژگی افت پخت هم روند مشابهی دیده می‌شود و برای تیمارهای حاوی هر سه امولسیفایر ژلی، تخلخل و حجم بهتر مانع از باقیماندن رطوبت در بافت کیک شده و افت پخت افزایش یافته است.



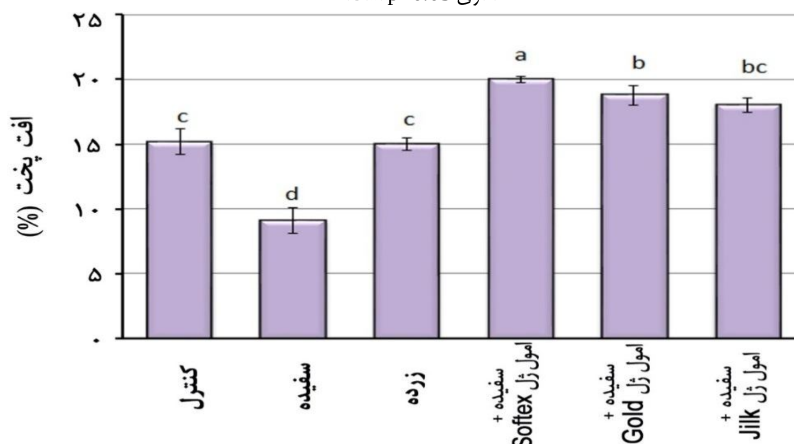
شکل 1- اثر تیمارهای مختلف و افزودن امولسیفایرهای ژلی بر دانسیته خمیر کیک

نتایج میانگین سه تکرار بوده، بازه‌های خطا معرف انحراف معیار استاندارد و حروف لاتین غیرمشابه بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در سطح $p<0.05$ آماری است.

جدول 4- اثر امولسیفایرهایژلی بر تغییرات حجم، ارتفاع و تقارن کیک

تیمارهای آزمایشی	ارتفاع کیک (mm)	حجم کیک (Cm^3/200 g batter)	تقارن کیک (mm)
کنترل (تخم‌مرغ کامل)	57/2±4/6 d	491/2±12/8 d	22/3±4/6 c
سفیده تخم‌مرغ	55/8±6/5 d	480/2±9/8e	19/2±4/7 d
زرده تخم‌مرغ	48/2±3/3 e	449/7±11/7f	15/2±4/5 e
سفیده و سافتکس	69/5±3/8 a	525/1±8/4 a	33/8±6/4 a
سفیده و گلدن	65/8±3/1 b	510/4±10/1 b	26/5±4/5 b
سفیده و جیلک	60/2±5/5 c	502/9±9/9 c	24/3±3/9 b

داده های جدول میانگین سه تکرار و اعداد مقابل آنها انحراف معیار استاندارد هستند. حروف لاتین غیرمشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح آماری $p<0.05$ است.

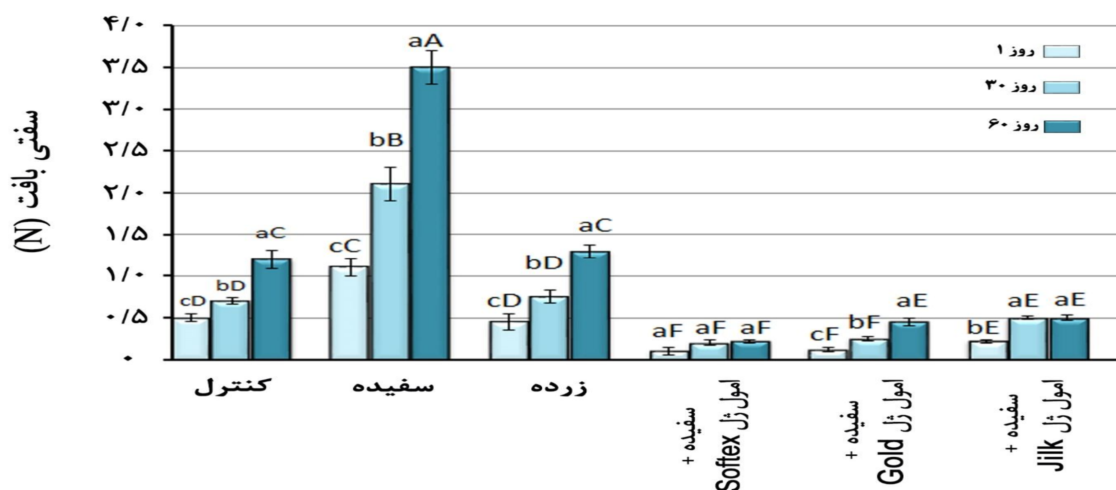


شکل 2- اثر تیمارهای مختلف و افزودن امولسیفایرهای ژلی بر افت پخت کیک.

نتایج میانگین سه تکرار بوده، بازه‌های خطا معرف انحراف معیار استاندارد و حروف لاتین غیرمشابه بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین ها در سطح $p<0.05$ آماری است.

سفتی بافت کیک

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر سفتی بافت کیک اندازه‌گیری شده با روش دستگاهی در شکل 3 نشان داده شده است. همانطور که از این شکل ملاحظه می‌شود نمونه حاوی سفیده تخم‌مرغ سفت‌ترین بافت در تمام روزهای ارزیابی را در بین همه تیمارها داشت که علت آن بالا بودن پروتئین‌های سفیده و عدم وجود زرده و امولسیفایر به‌عنوان عوامل حجم‌دهنده و نرم‌کننده بود. کیک‌های حاوی امولسیفایرهای ژلی نرم‌ترین بافت را در تمام روزهای ارزیابی داشتند. کیک کنترل با کیک حاوی زرده تخم‌مرغ از لحاظ سفتی بافت مشابه بودند. در تیمارهای کنترل، سفیده و زرده با افزایش زمان نگهداری سفتی بافت افزایش پیدا نمود که با توجه به پدیده بیاتی و خروج رطوبت از مغز کیک طبیعی است. اما در کیک‌های حاوی امولسیفایرهای ژلی در زمان‌های مختلف نگهداری بافت کیک نرم باقی ماند که این امر به دلیل قابلیت نگهداری رطوبت و جلوگیری از بیاتی امولسیفایرهای ژلی می‌باشد. نتایج ارزیابی بیاتی کیک هم راستا با نتایج ویژگی‌های فیزیکی کیک مانند حجم، ارتفاع و دانسیته است. کیک حاوی سافتکس نرم‌ترین بافت در بین همه تیمارها و در کل روزهای ارزیابی را داشت. امولسیفایرهای منو، دی‌گلیسرید و ترکیبات پلی‌اولی به‌کار رفته در فرمول این امولسیفایرها در خواص کاربردی آنها تأثیر به‌سزایی داشته و توانسته باعث نرم ماندن بافت و به تعویق افتادن کامل روند سفت شدن در کیک گردد.

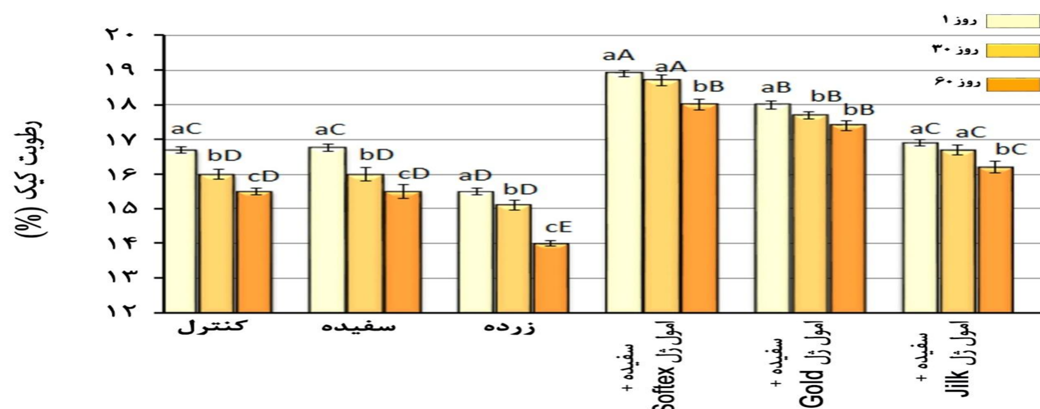


شکل 3- اثر تیمارهای مختلف بر سفتی بافت کیک در روزهای 1، 30 و 60 نگهداری

نتایج میانگین سه تکرار بوده، بازه‌های خطا معرف انحراف معیار استاندارد و حروف لاتین بزرگ غیرمشابه بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین ها در بین تیمارها و حروف لاتین کوچک غیرمشابه بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین ها در بین روزهای ارزیابی در سطح $p<0.05$ آماری است.

رطوبت

نتایج اندازه گیری رطوبت کیک‌های تهیه شده از تیمارهای آزمایشی مختلف و نگهداری شده در زمان‌های مختلف در شکل 4 نشان داده شده است. کیک‌های تهیه شده از سافتکس در همه روزهای نگهداری بالاترین رطوبت، و کیک تهیه شده از زرده خالص پایین‌ترین مقدار رطوبت را به‌خود اختصاص دادند. کیک حاصل از سایر امولسیفایرهای ژلی نیز رطوبت بالاتری از نمونه کنترل، نمونه حاوی سفیده خالص و زرده خالص نشان دادند. در تیمارهای فاقد امولسیفایر ژلی با گذشت زمان رطوبت به‌طور معنی‌داری ($p<0.05$) کاهش نشان داد اما در مورد تیمارهای حاوی امولسیفایر ژلی این روند آهسته‌تر بود. دلیل بالا بودن رطوبت اولیه کیک‌های حاوی امولسیفایر ژلی وجود ترکیبات باندکننده رطوبت مثل گلیسرین و پلی‌اول‌ها در ترکیب این امولسیفایرهای ژلی است که در طول زمان به حفظ و نگهداری رطوبت در کیک نیز کمک کرده و پدیده بیاتی و از دست رفتن رطوبت را به تعویق انداخته است. این امر در آزمون اندازه‌گیری بافت (شکل 3) نیز دیده شد که نرم‌ترین بافت در تمام روزهای نگهداری مربوط به نمونه‌های حاوی امولسیفایر ژلی به‌خصوص نوع سافتکس بود. اندازه‌گیری میزان فعالیت آبی در تیمارهای آزمایشی نشان داد که تفاوت معنی‌داری ($p<0.05$) بین تیمارهای آزمایشی و نیز روزهای نگهداری وجود نداشت و محدوده a_w بین 0/719 تا 0/749 برای همه نمونه‌ها و در تمام روزهای نگهداری متغیر بود (نتایج نشان داده نشده‌اند). البته در این مورد نیز کمترین a_w مربوط به نمونه‌های حاوی امولسیفایرهای ژلی و بیشترین مقدار مربوط به نمونه‌های کنترل و حاوی سفیده تخم‌مرغ بود.

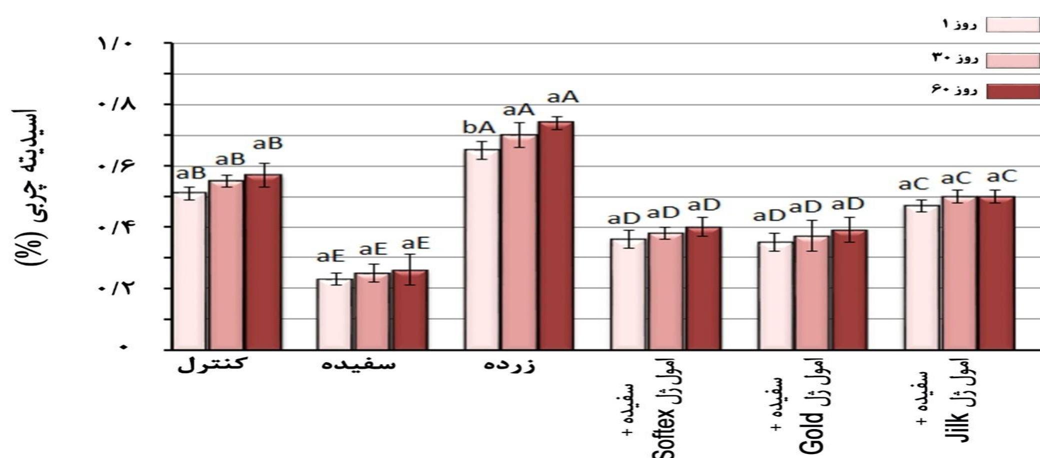


شکل 4- اثر تیمارهای مختلف بر تغییرات رطوبت کیک در روزهای 1، 30 و 60 نگهداری

نتایج میانگین سه تکرار بوده، بازه‌های خطا معرف انحراف معیار استاندارد و حروف لاتین بزرگ غیرمشابه بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین ها در بین تیمارها و حروف لاتین کوچک غیرمشابه بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین ها در بین روزهای ارزیابی در سطح $p<0.05$ آماری است.

تغییرات اسیدیته چربی

اثر تیمارهای مختلف بر اسیدیته چربی کیک در روزهای 1، 30 و 60 نگهداری در شکل 5 نشان داده شده است. نمونه حاوی سفیده کمترین اسیدیته چربی و تیمار حاوی زرده بیشترین اسیدیته را داشتند. چربی زرده تخم‌مرغ به علت دارا بودن لستین و فسفولیپیدها در جریان تجزیه هیدرولیتیک قرار گرفته و سبب افزایش اسیدیته چربی می‌شوند که در شکل 5 کاملاً مشخص است. این امر در کیک‌های تهیه شده از سفیده خالص دیده نشد. تیمارهای حاوی امولسیفایر ژلی نیز اسیدیته چربی در حد مجاز و کمتر از نمونه کنترل را نشان دادند. امولسیفایرهای ژلی استفاده شده به علت اینکه فاز آبی داشته و لستین در حد جزئی داشتند اسیدیته چربی را کاهش دادند. امولسیفایر مونو و دی گلیسرید در این تیمارها نقش پر اهمیت لستین زرده را بر عهده دارد. زمان نگهداری بر روند تغییرات اسیدیته در همه تیمارها تقریبا بی‌اثر بود. در هر سه زمان نگهداری بالاترین اسیدیته چربی مربوط به تیمار زرده و کمترین مربوط به نمونه حاوی سفیده بود.

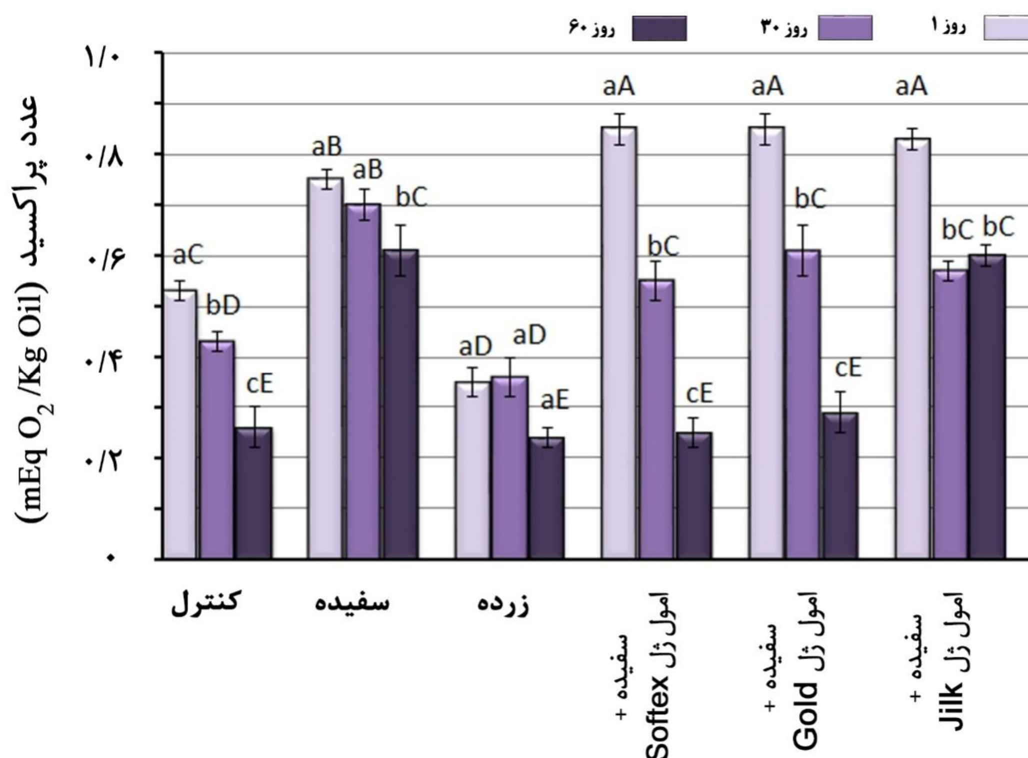


شکل 5- روند تغییرات اسیدیته چربی کیک تهیه شده از تیمارهای آزمایشی مختلف در روزهای 1، 30 و 60 نگهداری

نتایج میانگین سه تکرار بوده، بازه‌های خطا معرف انحراف معیار استاندارد و حروف لاتین بزرگ غیرمشابه بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین ها در بین تیمارها و حروف لاتین کوچک غیرمشابه بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین ها در بین روزهای ارزیابی در سطح $p<0.05$ آماری است.

تغییرات عدد پراکسید

اثر تیمارهای مختلف بر عدد پراکسید کیک در روزهای 1، 30 و 60 نگهداری در شکل 6 نشان داده شده است. نتیجه شاخص در این شکل این است که عدد پراکسید کیک‌های تهیه شده از زرده تخم‌مرغ نسبت به نمونه کنترل و سایر نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری ($p<0.05$) پایین بود. عدد پراکسید کیک‌های تهیه شده از هر سه نوع امولسیفایر ژلی همانند کیک حاوی فقط سفیده تخم‌مرغ نسبت به نمونه کنترل و نمونه حاوی زرده به‌طور معنی‌داری ($p<0.05$) بالاتر بود. بین نمونه‌های حاوی امولسیفایر ژلی تفاوت معنی‌داری دیده نشد. از طرف دیگر در شکل 6 ملاحظه می‌شود که بازاء زمان نگهداری پراکسید کاهش یافته است. این امر احتمالاً به دلیل تجزیه محصولات اکسیداسیونی چربی در طول زمان نگهداری است (Azadmard-Damirchi, 2010; Srivastava *et al.*, 2007). البته لازم به توضیح اینکه عدد پراکسید تمامی نمونه‌ها در محدود قابل قبول و زیر 1 میلی اکی‌والان اکسیژن به ازاء کیلوگرم روغن قرار داشت.



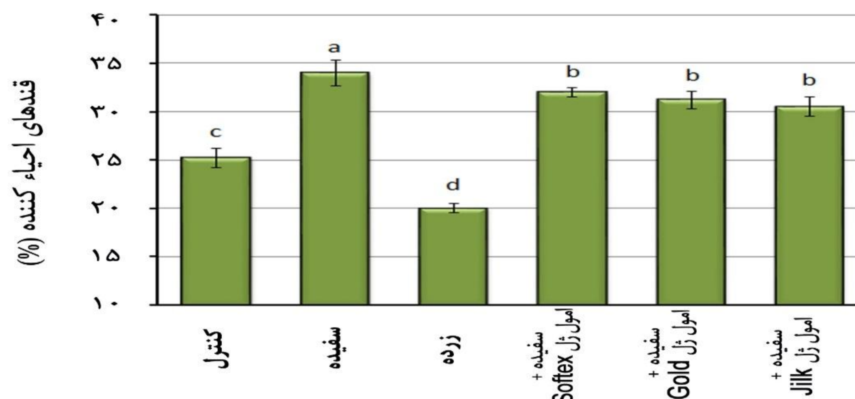
شکل 6- روند تغییرات عدد پراکسید تهیه شده از تیمارهای آزمایشی مختلف در روزهای 1، 30 و 60 نگهداری

نتایج میانگین سه تکرار بوده، بازه‌های خطا معرف انحراف معیار استاندارد و حروف لاتین بزرگ غیرمشابه بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین ها در بین تیمارها و حروف لاتین کوچک غیرمشابه بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین ها در بین روزهای ارزیابی در سطح $p<0.05$ آماری است.

قندهای احیاءکننده

نتایج اندازه‌گیری مقدار قندهای احیاءکننده در شکل 7 آمده است. وجود قندهای احیاءکننده در فرمولاسیون کیک به دلیل شرکت در واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی در تشکیل پوسته مطلوب و تولید عطر و طعم در کیک نقش مهمی دارد (Kocer *et al.*, 2006). سفیده تخم‌مرغ به دلیل داشتن گلوکز در این عملکرد نقش مهمی ایفا می‌کند. نتایج اندازه‌گیری مقدار قندهای احیاءکننده در کیک نشان داد که کیک تهیه شده از سفیده تخم‌مرغ نسبت به بقیه نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری ($p<0.05$) قند احیاءکننده بالاتری داشت. در بین نمونه‌های حاوی امولسیفایر ژلی مقدار قند احیاءکننده تفاوت معنی‌داری نشان نداد اما به دلیل اینکه در فرمول این نوع کیک‌ها سفیده تخم‌مرغ به همراه امولسیفایر ژلی مورد استفاده قرار گرفت به تبع آن قند احیاءکننده بالایی نسبت به نمونه کنترل نشان دادند. به‌علاوه، احتمالاً در ترکیب امولسیفایرهای ژلی، منوساکاریدهایی از طرف شرکت سازنده فرموله شده باشد که مقدار قندهای احیاءکننده در کیک حاوی آنها نسبت به نمونه کنترل بالاتر بود (شکل 7).

کمترین مقدار قند احیاء کننده مربـوط بـه کیـک تهیـه شـده از زرده خالص بود.



شکل 7- اثر تیمارهای مختلف و افزودن امولسیفایرهای ژلی بر مقدار قندهای احیاءکننده.

نتایج میانگین سه تکرار بوده، بازه‌های خطا معرف انحراف معیار استاندارد و حروف لاتین غیرمشابه بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت میانگین ها در سطح $p<0.05$ آماری است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصله از این پژوهش نشان داد که با جایگزین کردن زرده تخم‌مرغ با امولسیفایرهای ژلی و به عبارت بهتر امولسیفایرهای فاقد ترکیبات فسفولیپیدی می‌توان اسیدیته چربی در کیـک لایـه‌ای، کـه یکی از معضلات صنعتی تولید این نوع کیک‌ها است، را مهـار نمـود. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که هم راستا با افزودن امولسیفایر ژلی به فرمول کیک ضمن کاهش قابل توجه در اسیدیته چربی کیک، ویژگی‌های فیزیکی خمیر و شکل (حجـم، ارتفـاع و تقـارن) و بافـت کیک بهبود زیادی یافت. کیک‌های تهیه شده از امولسیفایرهای ژلی مورد استفاده نسبت به نمونه کنترل دارای بافت نرم‌تری بودند و بافت نرم خود را در تمام طول مدت ماندگاری حفظ کردند. نهایتاً می‌توان با جایگزینی زرده تخم‌مرغ با امولسیفایرهای مناسب و نوظهور در صنعت کیک ضمن مهار عیوب ناشی از اسـیدیته و پراکسـید چربـی، ضـمن کاهش کلسترول محصولات رژیمی فاقد کلسترول با خواص حسی و کیفی بهبود یافته ارائه داد.

منابع

AACC. American Association of Cereal Chemists. AACC method 10-91. 2000. St. Paul Minnesota.

Azadmard-Damirchi S. Chemistry and analysis of edible oils and fats. 1st Edition. 2010. Amidi Publications, Tabriz, Iran. [In Persian].

Bennion E.B and Bamford G.S.T. The Technology of Cake Making, 6th Edition. 1997. Blackie Academic & Professional. London.

Borneo, R., Aguirre, A. and Leon, A.E. Chia (*Salvia hispanica* L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulation. *Journal of the American Dietetic Association*, 2010. 6: 946-949.

Gomez M., Ronda F., Caballero P.A., Blanco C.A., Rosell C.M. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydropcolloids*, 2007, 21:167-173.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Test method. ISIRI no 3567. 1st Edition, 2005 [in Persian].

Kocer D., Hicsasmaz Z., Bayindirli A. and Katnas S. A. Bubble and pore formation of the high ratio cake formulation with polydextrose as a sugar- and fat-replacer. 2006. *Journal of Food Engineering* 78:953-964

McNamara D.J. Dietary cholesterol and atherosclerosis. BiochimicaetBiophysicaActa. 2000, 1529: 310-320.

Nourmohammadi E., Peighambardoust S.H. and OladGhaffari A. Feasibility study of low-calorie cake preparation with erythritol and oligo-fructose. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*. 2012, 7(1):85-92. [In Persian].

Orcajo J., Marcet I., Paredes B. and Diaz M. Egg yolk hydrolyzed granules: characteristics, rheological properties and applications. *Food and Bioproducts Processing*, 2013, 4:457-463.

Privett O.S., Blank M.L. and Schimit J.A. Studies on the composition of egg lipid. *Journal of Food Science*, 1962, 27(5):463-468.

Ratnayake W.S., Geera B. and Rybak, D.A. 2012. Effects of egg and egg replacers on yellow cake product quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36(1):21-29.

Srivastava A.K., Sudha M.L. andBaskaranV.Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough. 2007. *European Food Resarch and Technology* 224:365- 372.

Tattrie N.H. Positional distribution of saturated and unsaturated fatty acids on egg yolk. *Journal of Lipid Research*, 1959, 1(1):60-65.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 2, June. July. 2018, p. 335- 346

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 2، خرداد- تیر 1397 ص. 346-335

Investigating the application of gel emulsifiers to reduce fat acidity in layered cake

R. Bazrafshan[1], S. H. Peighambardoust[2*], A. Olad Ghaffari[3]

Received: 2015.09.28
Accepted: 2016.03.27

Introduction: Cake is one of highly consumed products as a breakfast and snack. One of the common industrial concerns in the quality control of bakery products with high amounts of fat, such as layered cakes, is related to lipolytic effects of free fatty acids. Egg yolk due to its possible high free fatty acids, phospholipids and lecithin is regarded as a main reason for possible high fat acidity content in the layer cakes. In addition, because of high cholesterol in the egg yolk, it may increase the possibility of health risk by cardiovascular diseases. Thus, the main objective of this research was to replace egg yolk with different industrial gel emulsifiers so called "Emulgels" to control the fat acidity content in the layer cake.

Materials and methods: Six different formulations were used to prepare cake batters as follows: 1) Control cake with whole egg, 2) Batter with only egg white, 3) Batter with egg white plus Softex emulgel, 4) Batter with egg white plus Golden emulgel, 5) Batter with egg white plus Gilk 60 emulgel and 6) Batter with only egg yolk. In the aforementioned formulations three different industrial emulgels were replaced with egg yolk. Cake batter was prepared with single-stage method according to Gomez et al (2007). Physical properties of batter such as density were measured. Cake physical, chemical, textural and staling properties were analyzed during storage. For this reason, cake volume and height as well as loaf symmetry were characterized. To evaluate cake staling by instrumental method, crumb firmness was measured by universal testing machine (Instron). Cake moisture and water activity, fat acidity and peroxide value were also measured.

Results and discussion: Batter density is a measure of how much air bulbuls can be incorporated during mixing or creaming. Increasing air inclusion into the batter increases the batter volume, and thereby, leads to a decrease in batter density. Results indicated that formulation with all three industrial emulgels had the lowest batter density (1.0-1.25 g/cm^3) compared to those (1.5–1.75 g/cm^3) of control and treatments with only egg white and egg yolk. Cake formulations with all three industrial emulgels used in this study had the highest cake volume (502-525 cm^3/200 g batter) and height (60-69 mm) and the most loaf symmetry (24-33) compared to those (449-491 cm^3/200 g batter for volume, 48-57 mm for height, and 15-22 for symmetry) of control/only egg white/only yolk cakes. As mentioned before, application of emulgels increased air incorporation into batter during the mixing process leading to a decreased batter density and thereby, an increased cake volume. Cake with only egg white showed the firmest (1.0-3.5 N) structure compared to other formulations (0.1– 0.5 N). The absence of egg yolk as an emulsifier can results in formation of a firm structure. Meanwhile, cakes containing gel emulsifiers all had the softest crumb structure as measured by Instron. Cakes containing gel emulsifiers without egg yolk had softer texture than that of control. Between three different emulges used there was no significant difference in terms of their effect on cake firmness. Results also indicated that crumb firmness increased upon 60 days storage. Nevertheless, this increasing rate was not significant ($p<0.05$) for batter formulations with gel emulsifiers. Results of moisture determination indicated that cake formulations with all three gel emulsifiers had the highest (17-20%) amount of moisture compared to those (14-16%) of control as well as egg white or yolk prepared cakes. Results indicated that formulations with emulges and egg white had significantly ($p<0.05$) lower fat acidity (0.35-0.45%) compared to those (0.65-0.80%) with egg yolk in their formulation. It is interesting that cake batters with only egg white had the lowest fat acidity (0.21-0.25 %) between all formulation tested. It can be concluded that the main source to increase fat acidity in layer cake is egg yolk. Although cakes prepared from gel emulsifiers had high fat acidity than those prepared from egg white, but the values were in the acceptable

1 and 2. MSc graduated and Professor, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabri, Tabriz
3. Acdemic staff member of Food Research Group, Food and Agriculture Research Department, Standard Research Institute, Karaj
(* Corresponding author e-mail: peighambardoust@tabrizu.ac.ir)

range. Fat acidity upon storage up to 60 days remained constant in layer cakes formulated with all emulgels. The results of this study indicated that application of gel emulsifiers instead of egg yolk in the formulation of layer cake leads to produce a product with improved quality and physicochemical properties such as the higher loaf volume, the softer crumb structure, the moister texture, and an increased shelf life while removing the deficiencies attributed to egg yolk.

Keywords: Layer cake; Fat acidity; Emulgel; Gel emulsifier; Quality